

【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 25-139

補助事業名 平成25年度ディーゼル排ガスのアルデヒド類低減技術の開発補助事業

補助事業者名 北見工業大学工学部機械工学科 林田和宏

1 補助事業の概要

(1) 事業の目的

ディーゼル機関の低温始動時は、クランキング中（セルモータによる始動回転中）に多量の燃料が噴射されるため、燃料の壁面付着量が増加し、このような燃料が不完全燃焼することでアルデヒド類が生成される。アルデヒド類を低減させるためには、できるだけ速やかにエンジンを始動させることと、不完全燃焼を抑えて速やかに暖機を行うことが重要と考えられる。そこで本研究では、機関始動時の適切な燃料噴射条件を見出すと同時に、アルデヒド類生成の少ない燃料性状を提案することを目的とする。

(2) 実施内容

(<http://www.mech.kitami-it.ac.jp/labo/l06/research.html>)

供試機関は単気筒の直接噴射式ディーゼル機関である。機関オリジナルの燃料噴射装置はジャーク式であったため、これをコモンレールシステムに替えて、燃料噴射条件を変更できるようにした。なお、供試機関にはグロープラグは装備されていない。

供試機関を -5°C に設定された低温実験室に設置し、種々の燃料噴射条件で機関を冷始動させる低温始動実験を行った。図1は燃料噴射圧力が40 MPa, 燃料噴射時期が上死点前 (BTDC) 12 deg. の条件で、クランキング開始から機関回転速度が1200 rpmに達するまでの回転速度の変化を調べた結果であり、燃料噴射期間をパラメータとしている。燃料噴射期間が長いほど、すなわち燃料噴射量が多いほど始動が速やかであった。ただし、噴射量が多すぎる

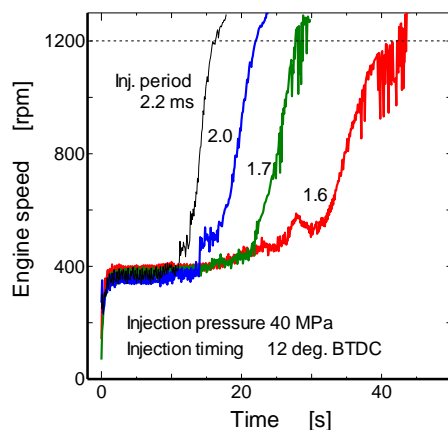


図1 燃料噴射量の影響

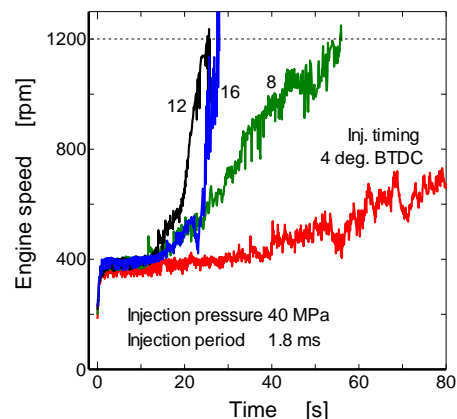


図2 燃料噴射時期の影響

と回転数上昇が急激となり、機関に悪影響を及ぼす可能性があるため、適切な噴射量に抑える必要がある。また、噴射時期と噴射期間を固定し、噴射圧力をパラメータとして実験を行ったところ、噴射圧力が高いほど始動性が良好であった。図2は噴射圧力40 MPa、燃料噴射期間1.8 msの条件で、燃料噴射時期を変化させて始動性を調べた結果であるが、燃料噴射時期は、12deg. BTDC程度が良好であり、これより早くても遅くても始動性が悪化することが分かった。この他に、多段噴射による実験も行ったが、噴射回数については、始動性に及ぼす影響は小さく、主噴射の噴射量と噴射時期を適切に設定することが始動性の向上に重要であることが分かった。

燃料噴射条件による始動直後のアルデヒド類濃度を表1に示す。始動直後は100 ppmを超える高濃度のアルデヒド類が排出されており、人体や環境に多大な悪影響を及ぼす排出レベルであることが分かった。始動時間が短く、かつ圧力の高い噴射条件においてアルデヒド類濃度が低減することが確認できる。

表 1 始動直後のアルデヒド類濃度

Start-up period [s]	Total aldehydes [ppm]	Injection condition
25.2	234.2196	40 MPa, 1.7 ms/12 deg. BTDC
15.9	185.06405	40 MPa, 2.2 ms/12 deg. BTDC
16.1	156.09821	50 MPa, 1.8 ms/12 deg. BTDC
31.2	188.7787	40 MPa, 0.3 ms/20 deg. BTDC & 1.7 ms/12 deg. BTDC
17.9	149.96516	80 MPa, 0.3 ms/20 deg. BTDC & 1.7 ms/12 deg. BTDC

ディーゼル機関の低温始動時に排出されるアルデヒド類の発生は、燃焼室壁面等に付着した燃料が蒸発して排出される影響が大きいとされる。また、この時の濃度は燃料性状および蒸発温度の影響を反映するものと考えられる。そこで、燃料加熱装置を用いて軽油を加熱・蒸発させ青白煙を発生させ、青白煙に含まれるアルデヒド類の濃度を測定するこ

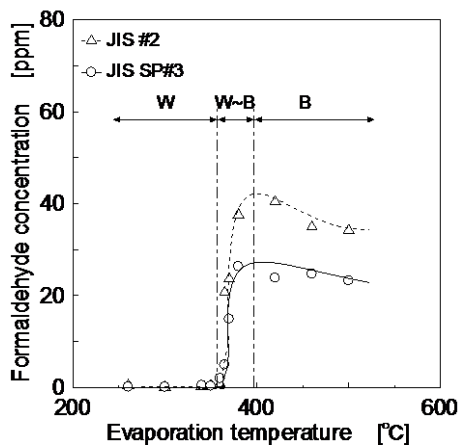


図 3 蒸発温度の影響

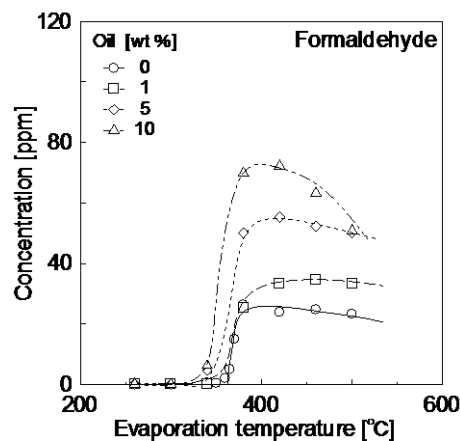


図 4 エンジンオイルの影響

とで、蒸発温度がアルデヒド類の濃度に及ぼす影響を評価した。図3にJIS2号軽油とJIS特3号軽油を蒸発させた場合のホルムアルデヒド濃度を示す。蒸発温度が低い白煙（W）にはアルデヒド類は含まれないが、白煙から青煙に移行する境界（W～B）の温度条件より急激な濃度上昇が確認された。さらに蒸発温度が高くなると青煙（B）が発生し、蒸発温度が高くなるにつれて濃度は徐々に低下した。

JIS2号とJIS特3号軽油を比較すると、セタン価の高いJIS2号の方がホルムアルデヒド濃度が高かった。これは、セタン価の高い燃料には熱に比較的不安定なn-パラフィンが多く含まれるためと考えられる。図4はJIS特3号軽油にエンジンオイルを混入させた燃料の結果であるが、燃料にエンジンオイルが混入するとアルデヒド濃度の大幅な増加が確認された。エンジンオイルを構成する炭化水素は軽油よりも分子量が大きく、分子量の大きな炭化水素は熱分解しやすいために濃度が増加したと考えられる。

2 予想される事業実施効果

ディーゼル機関の低温始動時に顕著に発生するアルデヒド類は、人体や環境に悪影響を及ぼす環境規制物質であるため、生活環境や作業環境改善の観点からその低減が求められている。得られた成果は、寒冷地における冬場の生活環境や作業環境の改善に直接的に貢献できるものである。また、ディーゼル機関や後処理装置を取り扱うメーカー、あるいは燃料供給メーカーに対し性能改善に有効な指針となり、大気環境改善への寄与が期待される。

3 補助事業に係る成果物

軽油の蒸発で発生する青白煙に含まれるアルデヒド類の分析：猪野翔太，石谷博美，林田和宏，日本機械学会北海道支部第52回講演会講演概要集，pp. 129-130，(2013)。

4 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 北見工業大学工学部エンジンシステム研究室（キタミコウギョウダイガクコウガクブエンジンシステムケンキュウシツ）

住 所： 〒090-8507

北海道北見市公園町165

申 請 者： 准教授 林田和宏（ハヤシダ カズヒロ）

担 当 部 署： 機械工学科（キカイコウガクカ）

E-mail： hayashka@mail.kitami-it.ac.jp

U R L： <http://www.mech.kitami-it.ac.jp/labo/106/index.html>